

## 2-9. センサーボード

ANALOG DEVICES社製ADXL326BCPZを搭載します。

このMEMS 3軸加速度センサーはZ軸のみ周波数応答性能が低く、手腕振動計測としては使用できない為、同一センサーを2個使用します。

XY軸方向を検出する基板にZ軸方向を検出する基板を垂直に接続します。

民生用途のセンサーであり手腕振動計測としての検出性能、安定性能、衝撃性能、消費電力を評価します。

製品化に向けてはこのセンサーが使用可能である事が大きな前提条件となります。

2種類のセンサー基板をL型コネクタで接続し、振動発生器にはアルミL金具で固定しました。

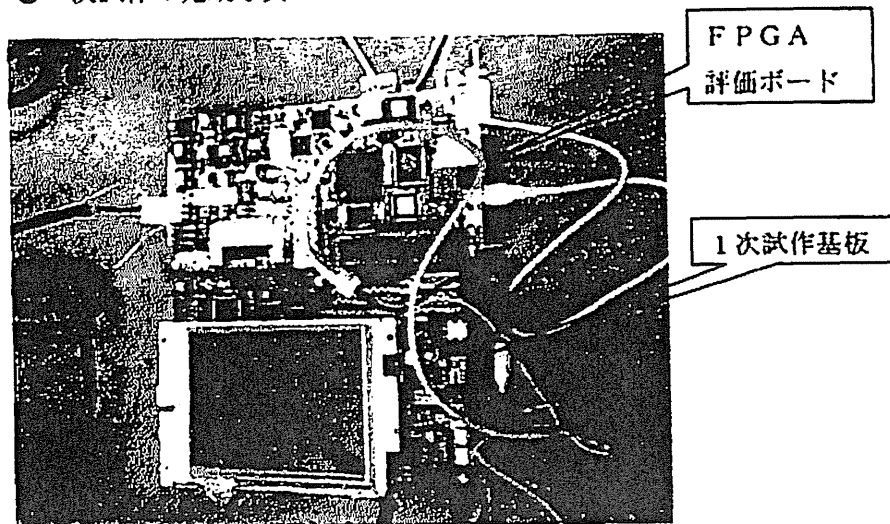
1軸の振動発生器しか準備できなかった為、1軸についてはJISの補正值までの検証ができました。

他の軸についてはL金具の角度を変えて、振動出力が検出できることを確認しました。

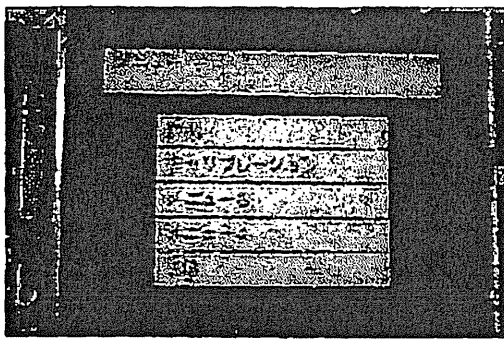
この状態ではL型コネクタに接続された基板の重量とL型コネクタの強度により振動源に対して共振の発生が想像されます。

3軸の正確な測定においてはフレキシ基板へのセンサー実装、軽量化、樹脂による密封化が必要となります。

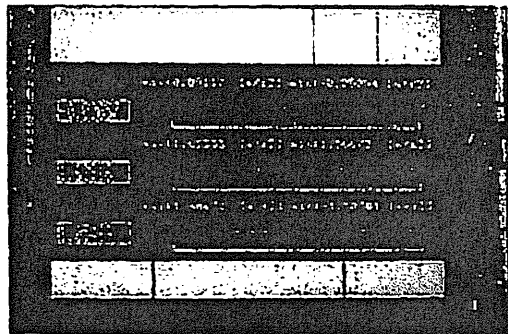
### ●一次試作の完成写真



以上

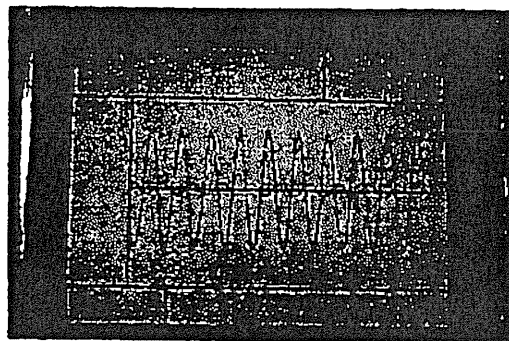


評価デバッグ中のメニュー画面



- AD取得データをオフセットキャリブレーションしたもの(V)(X軸)
- AD取得データ(V)(Y軸)
- 補正加速度瞬時値(m/s<sup>2</sup>)(X軸)

評価デバッグ中の計測画面



**FPGA内の評価デバッグ**

- 青: 加速度瞬時値(先頭の250サンプル/4000サンプル)の波形グラフ
- 赤: 補正加速度瞬時値(先頭の250サンプル/4000サンプル)の波形グラフ

位相のずれはDSPによる補正で遅れが生じるために生じます

159.2Hzは正確に計測できることを確認しました  
補正後のデータが補正係数に基づいた値になることを確認しました

添付資料 2 : 手腕振動測定装置二次試作資料

## 振動計 2 次試作制御基板 基板指示書

### <基板概要>

1. 基板名称は、【\*\*\*\*\*】とする。
2. 基板材質は、【FR-4】とする。
3. 基板種類は、【6層】もしくは、【8層】とする。
4. シルクは、【部品面】・【半田面】とする。
5. レジストは、【両面】とする。
6. 基板外形は、84(横)×140(縦)である。尚基板外形の変更不可である。
7. 部品面及び半田面にガードパターン不要

### <部品配置注意事項>

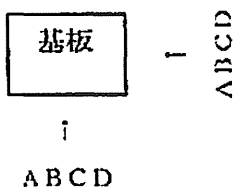
1. 各コネクタの配置は、図面：M1108-31-01を参照する事。  
尚、下記条件は守る事。
  - CN2は、左右の位置変更は不可
  - CN1、3、5、6、7、は、Y軸方向の変更は可
  - CN4は、X軸方向の変更は可
2. HOLDER1は、任意の配置とする。
3. 基板端から、1mm以上部品(コネクタを除く)を離す事。
4. 全ての部品(チップ部品・ディスクリート部品)は、部品面に配置する事を**厳守**とする。  
無理な時は、チップ受動部品のみ半田面も可とする。  
短絡コネクタに関しては、部品面に配置する事を**厳守**とする。

### <パターン注意事項>

1. コネクタのランドと他の部品のランド間は3mm以上離す事。  
(コネクタを半田する時、周囲に部品があると半田がしにくいいため)
2. ICの空きピン処理は、切断可能なパターンを引くこと。
3. 基板端から1mm以上パターンを離す事。
4. アナログGNDとデジタルGNDは、U10(ADS1274IPAPT)のデジタルGND側で1点接続する事。
5. アナログ回路とデジタル回路は分離した状態に配置し交錯しない事。
6. JP3のピン間は部品面で切断可能な状態で接続する事。

<シルク注意事項>

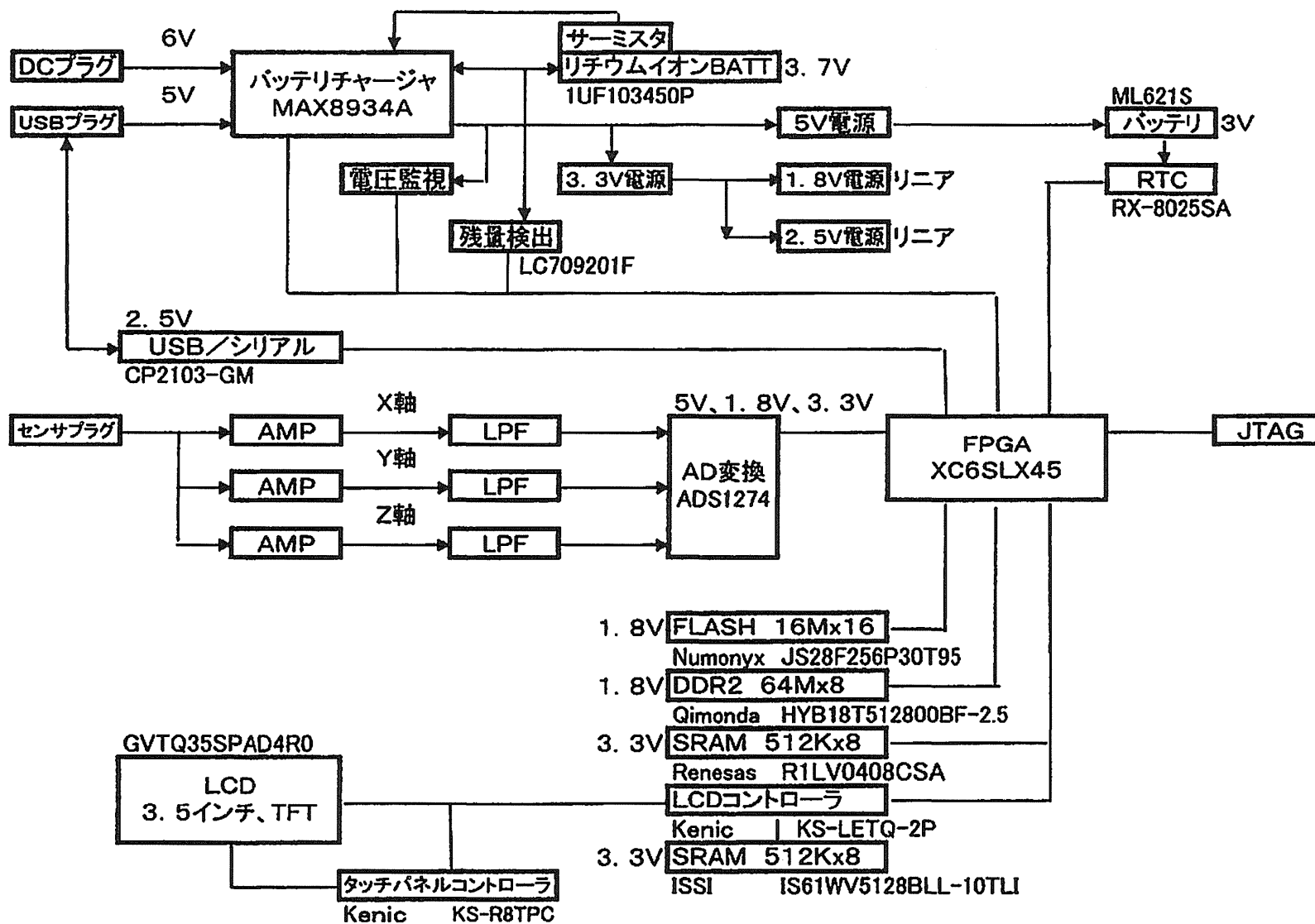
1. IC に対して、ピン番号 1 番とその対角のピン番号をシルクに付加する事
2. 極性の有る部品に関しては、部品にシンボルマークを付加する事。  
(例：トランジスタ、ダイオード等)
3. コネクタのピン番号を付加する事。付加する番号は、1 と末尾番号とする。
4. 【P b F】の文字を付加する事。
5. IC には、型番をシルクで明記する事。
6. シルクの文字の向きは以下とする。



<その他注意事項>

1. 検図終了後、ロケ番は、左上端を基準に振り変える事。

二次試作回路検討



二次試作 仕様検討(4447比較)

仕様	項目	4447(B&K)	HVM1000((Larson Davis)	VM-54(リオン)	二次試作(表)
本体	本体形状	4447(B&K)	HVM1000((Larson Davis)	VM-54(リオン)	二次試作(表)
	本体質量	70(H)×130(W)×28(D)	102(H)×84(W)×28(D)	178(H)×200(W)×66(D)	
	表示部	260g	270g	1kg	
	動作部	124×124ドット、カラーLCD	18行×2行、キヤラク、モノクロ	128×64ドット、モノクロLCD ×2画面	320×240ドット、カラーLCD、3.5インチ
	動作温度範囲	4ヶ年	16ヶ年	24ヶ年	タッチパネル
	動作時間		10~60℃	10~60℃	10~60℃、充電は0~40℃
	付属品	取付けアクセサリ	12時間	16時間	8時間(自備)
		3軸センサー		圧電式加速度ピックアップ	3軸センサー
		PCソフトCD		手動測定測定カード	ACアダプター
		USBケーブル		接続ケーブル	
	ACアダプター		ACアダプター		
	シートパッドセンサー		バッテリーパック		
	校正用標準発生器(4204)				
バッテリー	種類	リチウムイオン、3.7V、2800mAh	単3電池×2	単2電池×4	リチウムイオンパック、3.7V、1800mAh
	充電電力			B、6VA(ACアダプター)	
	充電方法	ACアダプター(USBプラグ使用)	ACアダプター	ACアダプター(充電不可)	USB、ACアダプター
	充電時間	6時間(初期)			2.5H
メモリ	容量	LCD、アイコン表示	LCD、アイコン表示	LCD、アイコン表示	LCD、アイコン表示
	電池残量表示	3桁(データ保存後自動切断)		あり	なし
RTC	種類	64kB、不揮発性	0.5MB	CFカード、64MB	612kB、64MB、バッテリーバックアップ
	クロックIC	あり		あり、専用バッテリー搭載	あり、専用バッテリー搭載
電源操作	電源投入操作	チェックキー3秒間長押し		電源キー1~2秒間長押し	スライドスイッチ
	電源切断操作	メニューから選択		電源キー1~2秒間長押し	スライドスイッチ
測定	自動切断機能	18分間動作なし		なし	なし
	測定対象	手動測定、全自動測定、持ち帰り測定	手動測定、全自動測定、持ち帰り測定	手動測定(手動測定測定カード)	手動測定のみ
測定操作	メインメニュー	設定(補正/変更)			設定
		校正			測定
		測定			データ管理
		データ管理			
		測定OFF			
	設定	表示単位	m/s <sup>2</sup> 、g、dBa	m/s <sup>2</sup> 、g、dBa	m/s <sup>2</sup> のみ
		目付時間	年月日時分秒	年月日時分秒	年月日時分秒
		センサー電源	CCLD、ON/OFF		
		センサータイプ	3軸、1軸、3+1軸		3軸のみ
		補正	周波数補正特性、補正係数		周波数補正特性、補正係数
		ロギング	禁止/許可		
		情報表示	形式、ハードウェアバージョン		
			ファームウェアバージョン、シリアルNo		
	校正		キャリブレーション	キャリブレーション	
	測定	対象	手動測定/全自動測定/持ち帰り測定	手動測定	手動測定
	センサー状態	CCLDモード接続中、接続確認中			
		オーバーロード(共振域)、アンダーレンジ	オーバーロード、アンダーレンジ	オーバーロード(共振域)、アンダーレンジ	
	データ管理	最大値モード		あり(同時値)	
		測定値、計測時間		測定値、計測時間	
	データ管理	ファイルNo、目付、日時		ファイルNo、目付、日時	
		削除一覧		全消去	
		ファイル消去			
ロギング	データ	RMS、VDV、MTVV、ピーク	RMS、VDV、MTVV、ピーク、EQ	RMS、VDV、MTVV、ピーク	RMS、VDV、MTVV、ピーク
	ファイル数		100	100	
	記録時間	1秒間隔	1、2、5、10、20、30、60秒間隔	1~30秒、1/10/30M、1/4/8/12H	1秒間隔のみ
FFT表示	時間	7、6時間(全ファイル)	1分~60時間	MAX12時間	8時間
		なし		あり(VX-54FCカード)	あり
センサー	感度	1mV/(m/s <sup>2</sup> )	1mV/(m/s <sup>2</sup> )		5.8mV/(m/s <sup>2</sup> )、ADXL320
	質量	5000g	10000g		10000g、ADXL320
コネクタ				1108~23A10-7F(多浴見)	
PC	PC接続	USB	RS-232C(115kbae)	CFカード	USB
	PCソフト	Vibrationエクスプローラー	BLAZE、AURA		メンテナンス用
		測定情報	測定情報		測定情報
		ロギングデータ、グラフ表示	ロギングデータ、グラフ表示		ロギングデータ、グラフ表示
	エクスポート	EXCEL	EXCEL		EXCEL

## 二次試作 検討課題

### ①電源スイッチ

スライドSW採用

負荷全てOFF、RTC/ SRAM/バックアップ  
キー長押しによる電源ON操作不可  
メニュー操作で電源OFF操作不可

誤操作

ロギング中の電源OFF操作可能

### ②バッテリー

バッテリー容量

単三型リチウムイオン700mAh(一次試作)  
BK社2600mAh  
A(8)を完全収集するには8時間計測が必要  
市販のバッテリーパックを調査  
PSE取得  
サンヨー製1UF103450P(1800mAh)、PSE不要  
専用バッテリーパックの開発が必要か

バッテリー残量検出

MAXIM製、DS2782  
サンヨー製、LC709201F  
TI製、bq27500

### ③メモリ

DDR2削除検討

FLASHのプログラム領域のみで動作速度はOKか

SRAM

振動データ保存用  
ログデータ8時間

### ④内蔵ボタン電池

RTC、SRAMのバックアップ  
主バッテリーのみで動作させるか(完全放電の禁止が実現できるか)

### ⑤校正

本体側校正

基準信号発生回路を内蔵し本体側のみチェック可能とするか

センサーを含めた校正

ユーザーでの校正を不可とするか  
ユーザーで可能とする場合、基準振動発生器が必要

### ⑥キャリブレーション

オフセット

オートゼロ機能を搭載するか

### ⑧保存データ

サンプリングデータ

1秒間の4000サンプリングデータ  
最後の計測サンプリングのみ表示  
振動グラフ表示用

FFTデータ

1秒間の計測データのみ対象とするか  
FFTグラフ表示用

ログデータ

保存ファイル数の制限を持たせるか  
1ファイルの最大データを8時間とするか  
連続振動グラフ表示用

### ⑨PC用ソフト

ユーザー提供

ユーザー使用を想定するか

機能

1秒間の振動詳細表示(EXCEL、表、グラフ)  
FFT詳細グラフ  
ロギング全データ  
パラメータ

### ⑩LPF

一次試作

回路変更(非反転)

カット周波数

サンプリング速度

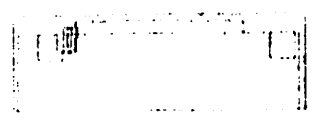
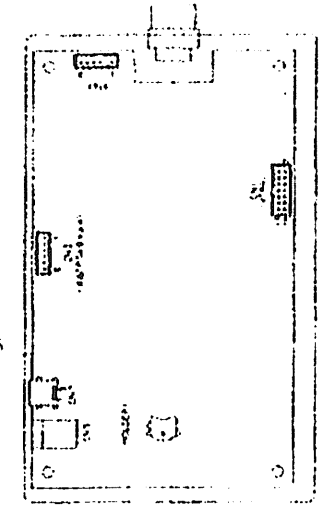
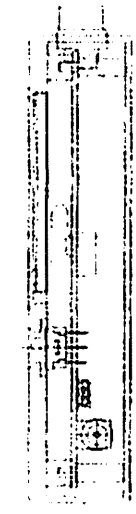
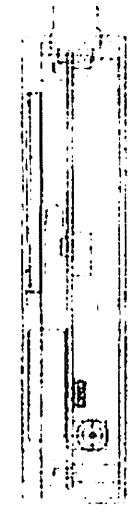
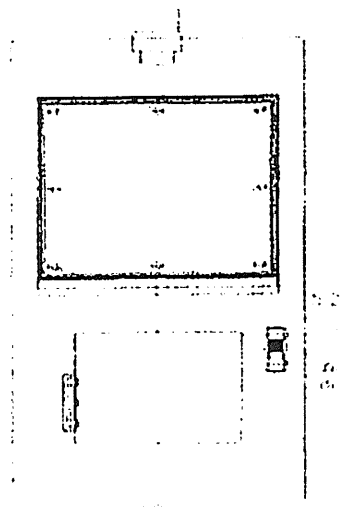
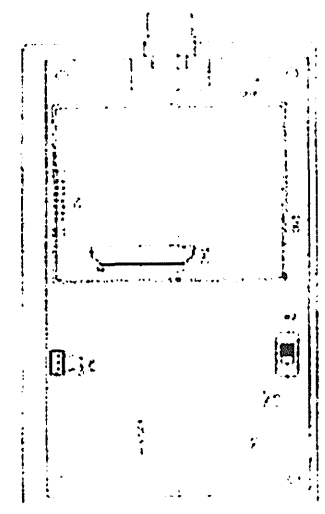


FIG. 1  
 (CONTINUED FROM FIG. 0)

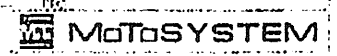
FIG. 2  
 (CONTINUED FROM FIG. 1)

FIG. 3  
 (CONTINUED FROM FIG. 2)

FIG. 4  
 (CONTINUED FROM FIG. 3)

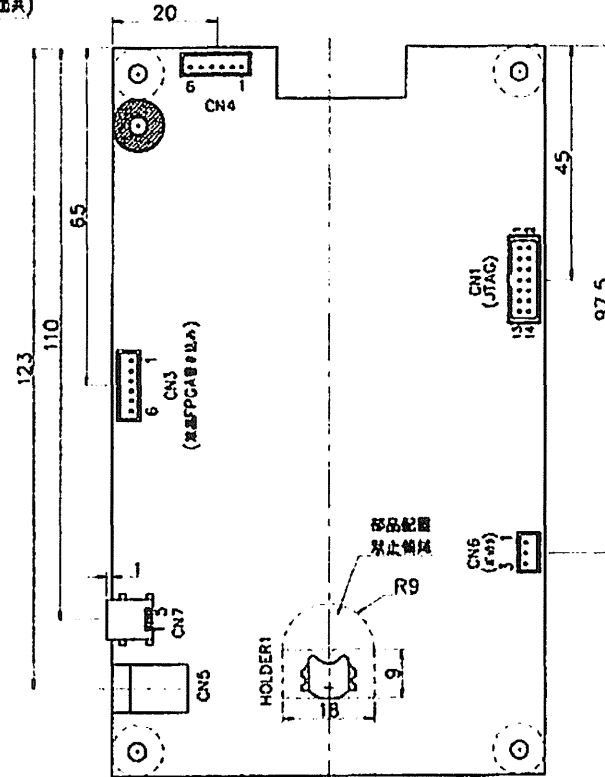
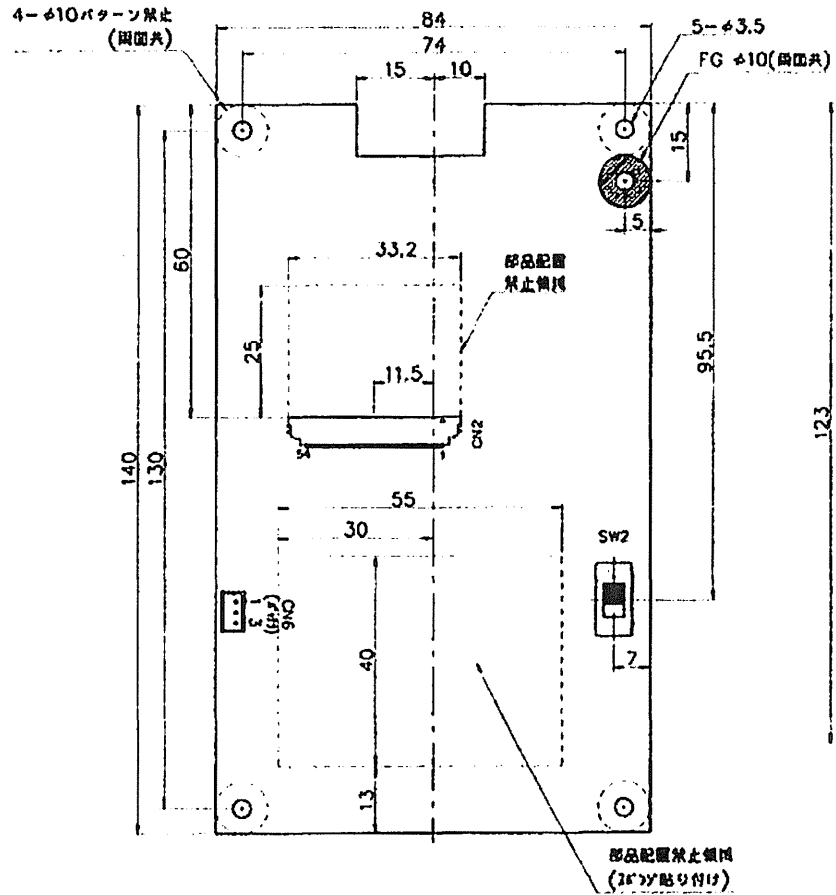


DATE	11/07/77	SCALE	1:1	MATERIALS	316L	REVISION	00000
FILE							00000
APP'D	M. J. ...	DESIGN		FINISH		DRAWING	00102-31-02
APP'D	M. J. ...	PRODUCTION					



【半田面】

【部品面】



DWG	K.Inui '11.07.05	SCALE	1/1	MATERIALS	FR-4	TITLE	基板寸法図
ENGR		UNITS			1 = 1.6	DRAWING No.	41108-31-01
CHK	M.Turimoto '11.07.06			FINISH			
APPD	M.Turimoto '11.07.06	3RD ANGLE PROJECTION					
ISSUED						MOTOSYSTEM	

添付資料3：センサー&アダプターの仕様

### 特長

- 3 軸センシング
- 小型、低背型パッケージ  
4 mm × 4 mm × 1.45 mm LFCSP
- 低消費電力：  
Vs = 3.0 V 動作時に 350 μA (typ)
- 単電源動作：  
1.8~3.6 V
- 10,000 g の衝撃耐性
- 優れた温度安定性
- 1 軸当たり 1 個のコンデンサで帯域幅の調整が可能
- RoHS/WEEE 準拠の鉛フリー製品

### アプリケーション

- コスト重視の低消費電力モーション検出/傾き検出アプリケーション
- モバイル機器
- ゲーム機
- ディスク駆動装置保護
- スポーツ/健康機器
- 手ぶれ補正

### 概要

ADXL326 は、シグナル・コンディショニング済みの電圧出力を備えた、小型・低背、低消費電力の完全 3 軸加速度センサーです。±16 g の最小フルスケール・レンジで加速度を測定します。傾きセンシング・アプリケーションにおける重力の静的加速度のほか、動き、衝撃、振動による動的加速度も測定できます。

X<sub>OUT</sub>、Y<sub>OUT</sub>、Z<sub>OUT</sub> の各ピンに、それぞれ C<sub>X</sub>、C<sub>Y</sub>、C<sub>Z</sub> のコンデンサを接続することで、加速度センサーの帯域幅を選択できます。X 軸と Y 軸では 0.5~1600 Hz の帯域幅、Z 軸では 0.5~550 Hz の範囲で帯域を選択できます。

ADXL326 は、小型、低背型、4 mm × 4 mm × 1.45 mm の 16 ピン・プラスチック・リード・フレーム・チップ・スケール・パッケージ (LFCSP\_LQ) を採用しています。

### 機能ブロック図

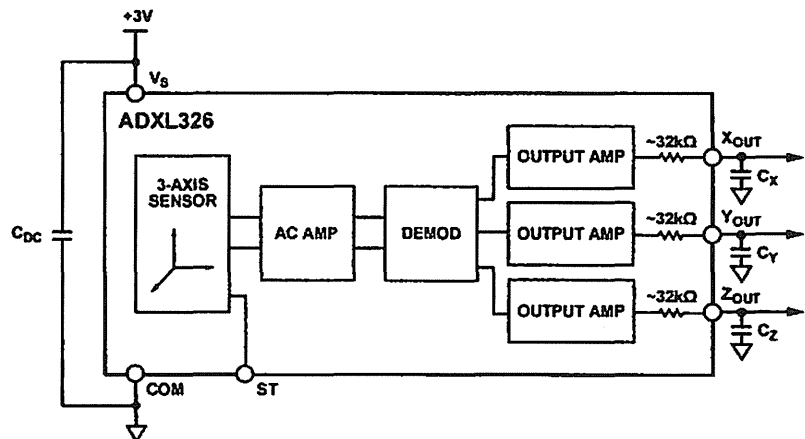
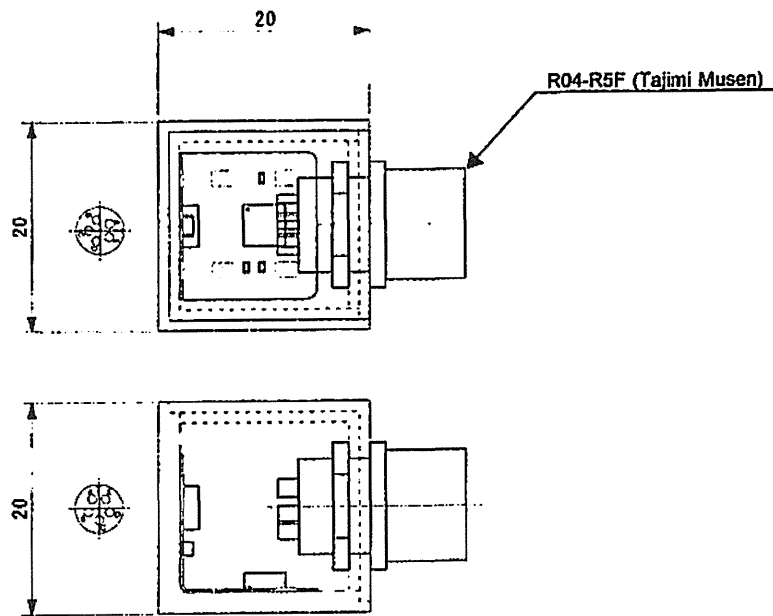


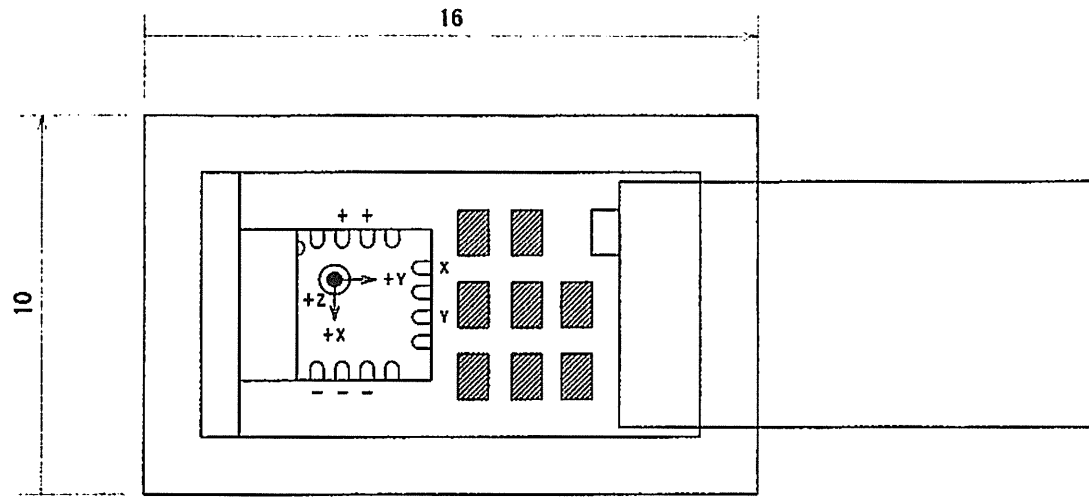
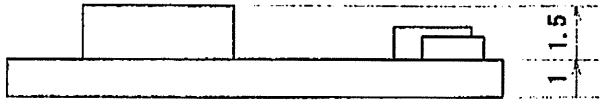
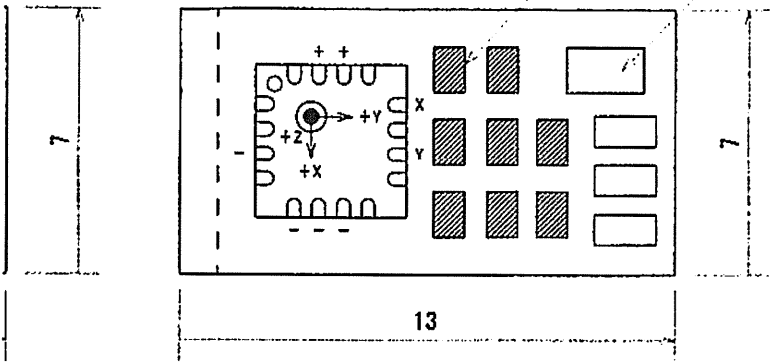
図 1. ブロック図



MRK	DATE	P	NOTE		製 番	
承認	検図	製図	設計		品 名	
					図 名	
					図 番	
						頁

センサ基板1

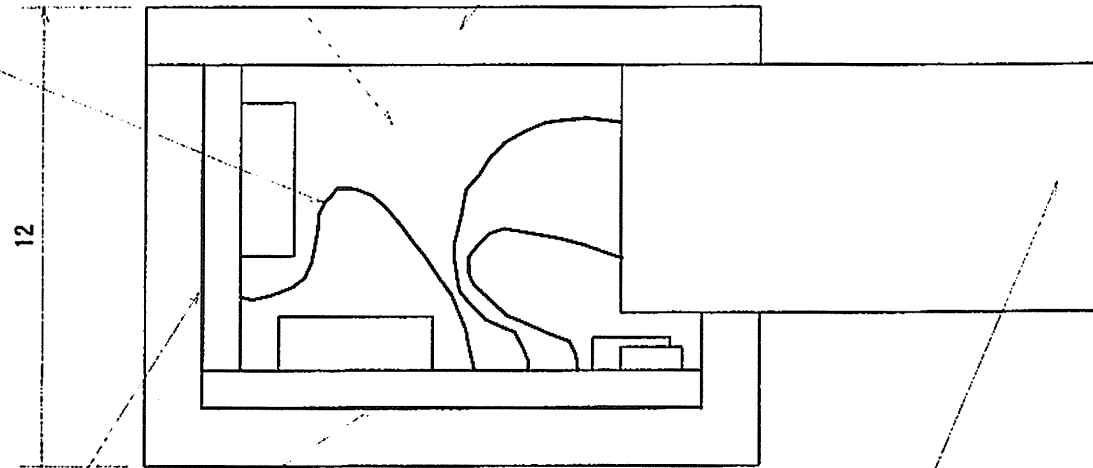
コンデンサ



シリコン充填

ケースタ

基板間接鉄配線



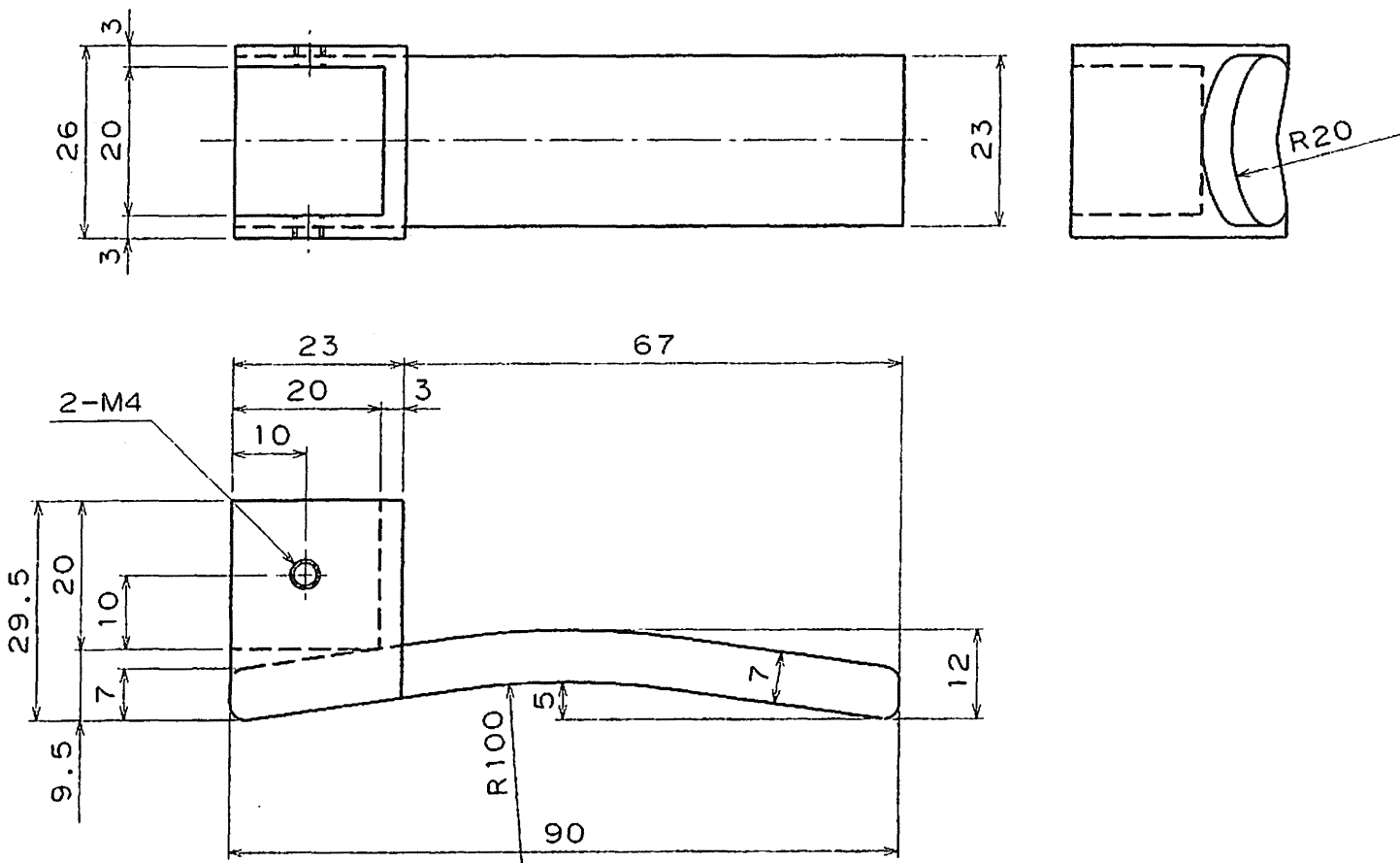
基板裏面接着

φ6.5 3Pシールド可動信号ケーブル

注記

- 1) 作図は第三角法で描くこと
- 2) 指示がない角はC0. 2面取り加工のこと

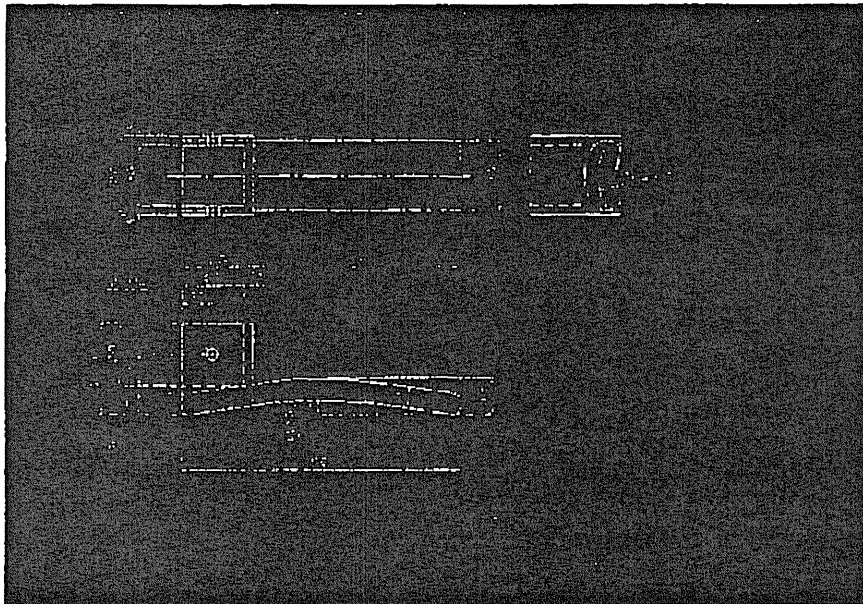
⑤	..			一般寸法公差 (切削加工) mm		
④	..			呼び寸法の区分		寸法径 中 級
③	..			16以下	4以下	±0.1
②	..			4以下	16以下	±0.2
①	..			16以下	63以下	±0.3
符号	年月日	訂正記事	担当者	63以下	250以下	±0.5
				250以下	1000以下	±0.8



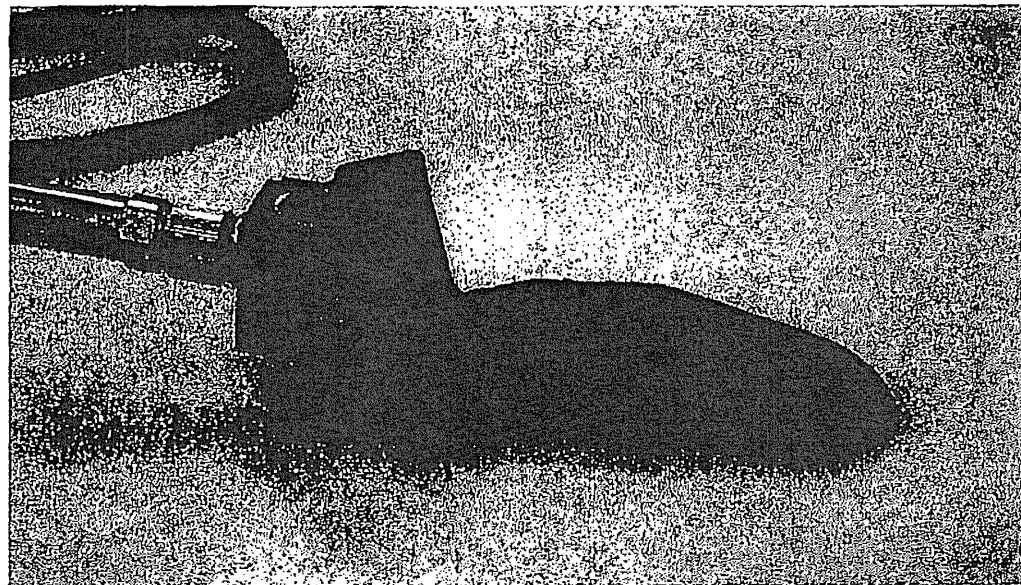
表面処理		図面尺度	1:1	製図	SHIMIZU	11.12.02
熱処理		材質	特殊鋼	設計	SHIMIZU	11.12.02
熱処理硬度		粗材寸法		検図	SHIMIZU	11.12.02
硬化深さ		粗材重量	g	承認	SHIMIZU	11.12.02

株式会社 DEED	品名	特殊ハンドアームアダプター	図番	PT-003E01-00
-----------	----	---------------	----	--------------

特殊ハンドアームアダプター資料  
:図面



:画像



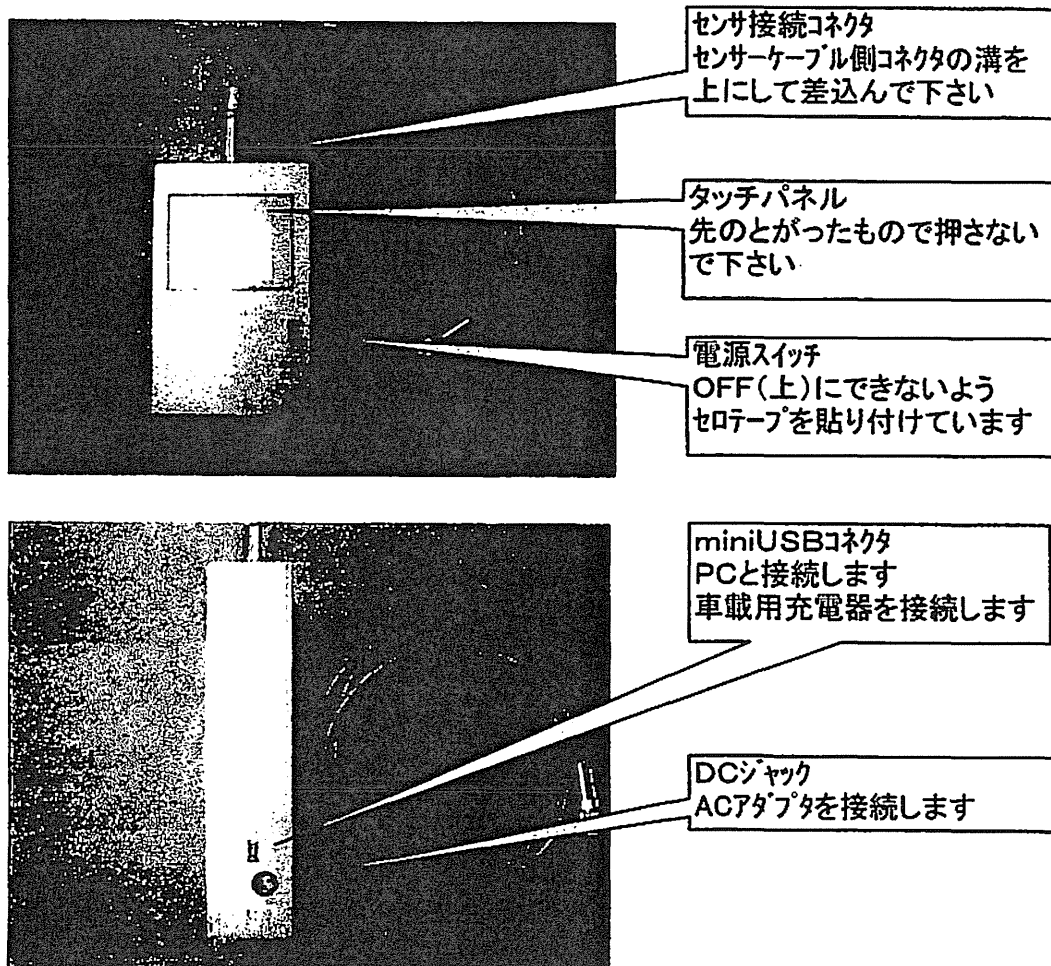


添付資料 4 : 二次試作後の操作画面の検討資料

1. 現状

- ①2次試作ではFPGAのピン設計ミス(修正不可)により電源スイッチOFF、又はバッテリー完全放電で再起動できなくなります。再起動する場合はPCからのダウンロードが必要になります。  
この為、電源スイッチはON(下側)固定とし、バッテリーの完全放電を防止する目的で常に充電状態にする必要があります。  
充電方法には3種類あります。、近くにACコンセントがある場合はACアダプタを使用して下さい。又、パソコンからUSBで充電が可能です。自動車では移動中は車載用充電器を使用して下さい。  
充電がされていない状態での動作時間は計算上、LCDバックライト消灯では8時間、バックライト点灯では4時間となっています。  
実験ではバックライト消灯で4時間までは完全放電しないことを確認しています。使用中はもちろん不使用中であっても必ず充電状態にして頂く必要があります。充電していない時はバックライト消灯状態にしておいて下さい。
- ②ロギング機能は使用できません。
- ③モニター計測後の保存データのグラフ表示はできません。  
モニター保存データはPCへ転送後、PC側ソフトにより表示が可能です。  
PC側ソフトについては別紙のPCソフト操作説明書を参照して下さい。
- ④レンジ切替え機能はありません、最大8gのレンジで固定です。

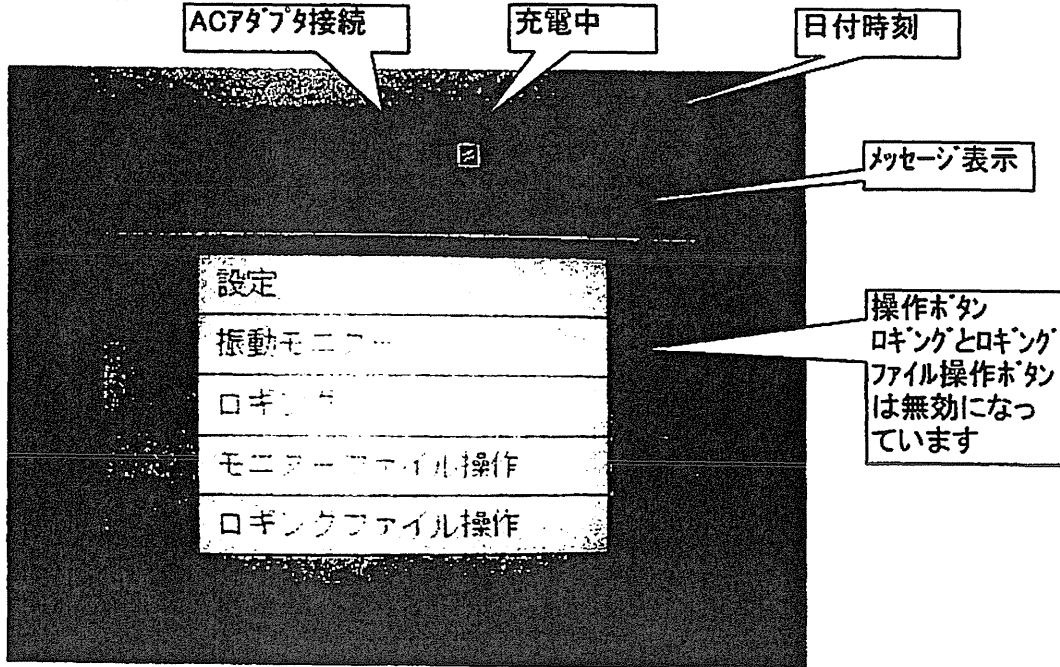
2. 本体



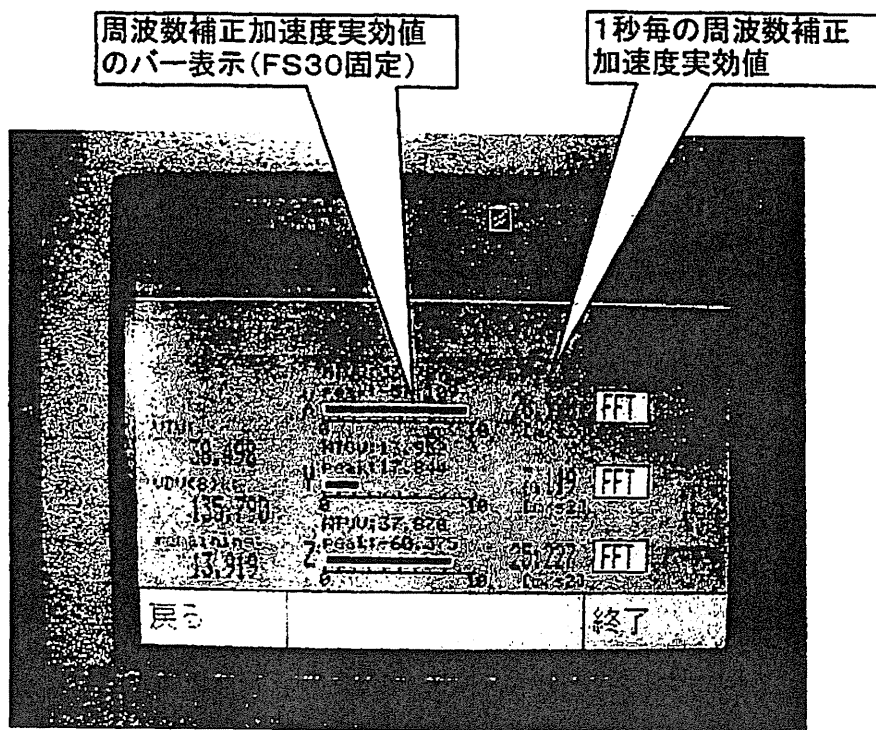
3. バックライト点灯

画面が消灯状態では、画面のどこかをタッチすることによりバックライトが点灯します。

#### 4. メインメニュー画面



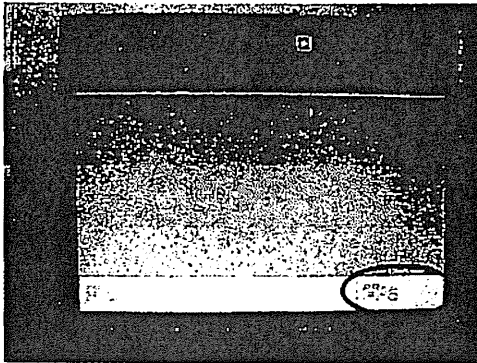
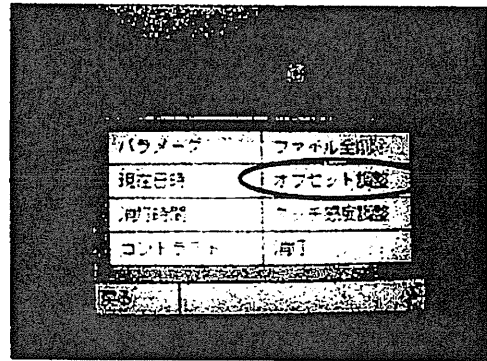
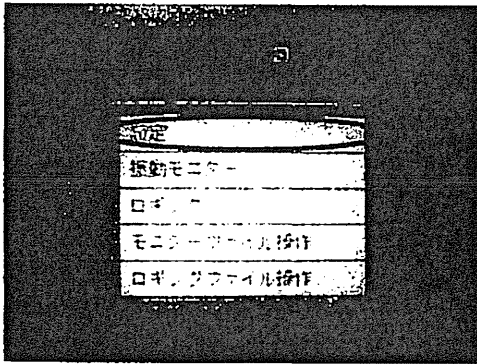
#### 5. 振動モニター画面



- MTVV 移動加速度実効値の最大値
- peak 周波数補正加速度の瞬時ピーク値の最大値
- VTV 周波数補正加速度実効値の3軸合成値
- VDV(8)k 同一信号による8時間を仮定した暴露量
- remaining A8レベルから求めた残りの作業可能時間(480分を上限)

## 6. オフセット調整

振動を全く検出していない状態で、センサーのオフセット調整を行います。

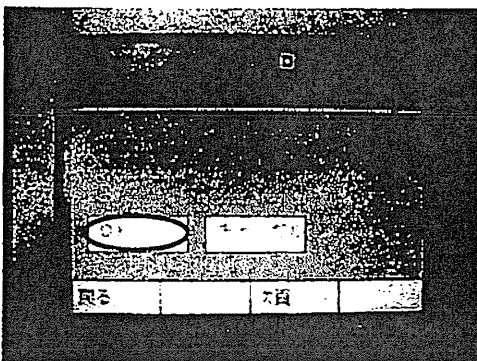
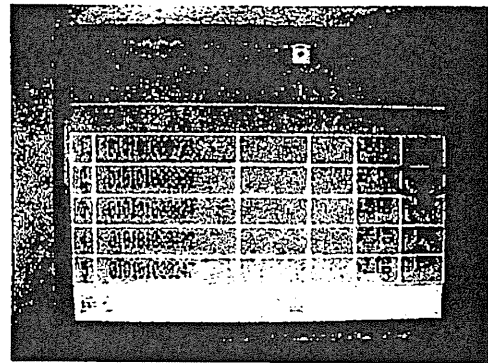
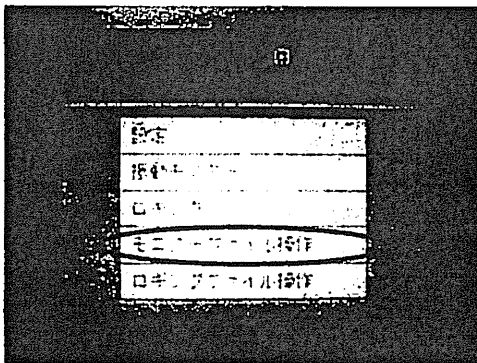


センサー静止状態で開始して下さい。  
オフセット調整中はセンサーに振動を  
与えないで下さい。  
約30秒で自動的に終了します。

## 7. ファイル削除

振動計測でモニター計測したデータをファイルに登録しますが、最大8個までしか登録  
できません。

不要な登録済みファイルを削除して、空きエリアを確保します。



OKボタンを押してください。

削除完了を表示した後、一覧画面に  
戻ります。